

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2005 年 9 月 29 日 (29.09.2005)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/091027 A1

(51) 国際特許分類: G02B 6/12, C08G 59/68
(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/003418
(22) 国際出願日: 2005 年 2 月 23 日 (23.02.2005)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願2004-084283 2004 年 3 月 23 日 (23.03.2004) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): JSR
株式会社 (JSR CORPORATION) [JP/JP]; 〒1048410 東
京都中央区築地五丁目 6 番 1 0 号 Tokyo (JP).

(UTAKA, Tomohiro) [JP/JP]; 〒1048410 東京都中央
区築地五丁目 6 番 1 0 号 JSR株式会社内 Tokyo
(JP). 高瀬 英明 (TAKASE, Hideaki) [JP/JP]; 〒1048410
東京都中央区築地五丁目 6 番 1 0 号 JSR株式会
社内 Tokyo (JP). 江利山 祐一 (ERIYAMA, Yuuichi)
[JP/JP]; 〒1048410 東京都中央区築地五丁目 6 番
1 0 号 JSR株式会社内 Tokyo (JP).

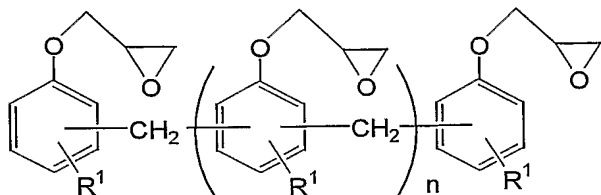
(74) 代理人: 衡田 直行 (HIRATA, Naoyuki); 〒1020072 東
京都千代田区飯田橋二丁目 8 番 5 号 多幸ビル九段
4 階 衡田国際特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が
可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,
BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT,
LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI,
NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,

[続葉有]

(54) Title: PHOTSENSITIVE RESIN COMPOSITION FOR OPTICAL WAVEGUIDE FORMATION AND OPTICAL WAVE-
GUIDE

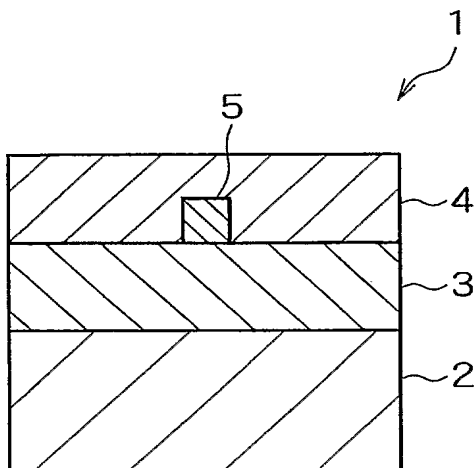
(54) 発明の名称: 光導波路形成用感光性樹脂組成物および光導波路



(1)

(57) Abstract: A photosensitive resin composition for optical waveguide formation which comprises (A) a novolak epoxy resin and (B) a photo-acid generator. The composition is used as, e.g., a material for a core part (5) of an optical waveguide (1). The ingredient (A) in the composition is represented by, e.g., the following general formula (1): (wherein R¹ represents hydrogen or C₁₋₁₂ alkyl or aralkyl; and n is an integer of 0 to 10). The composition is excellent in suitability for patterning in curing, etc. and gives a cured resin excellent in heat resistance, transmission characteristics, long-term reliability, etc. in the optical waveguide formed.

(57) 要約: (A) ノボラック型エポキシ樹脂、および (B) 光酸発生剤を含有する光導波路形成用感光性樹脂組成物。該組成物は、光導波路 1 のコア部 5 等の材料として用いられる。該組成物中の成分 (A) は、下記一般式 (1) 等で表される。(式中、R¹ は水素原子または炭素数 1 ~ 12 のアルキル基またはアラルキル基を表す。n は、0 ~ 10 の整数を表す。) 該組成物は、硬化時のパターンニング性に優れ、かつ、光導波路を形成したときに優れた耐熱性、伝送特性、長期信頼性等を有する。



WO 2005/091027 A1



SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護
が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA,
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ,
BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE,
BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

光導波路形成用感光性樹脂組成物および光導波路

5 技術分野

本発明は、光通信分野や光情報処理分野で用いられる光回路の構成部品である光導波路を形成するための感光性樹脂組成物、および該組成物を用いて作製される主にマルチモード用の光導波路に関する。

10 背景技術

マルチメディア時代を迎え、光通信システムやコンピュータにおける情報処理の大容量化及び高速化の要求から、光を伝送媒体とする伝送システムが、公衆通信網、LAN（ローカルエリアネットワーク）、FA（ファクトリーオートメーション）、コンピュータ間のインターコネクト、家庭内配

15 線等

線等を使用されつつある。
かかる伝送システムを構成する要素の中で、光導波路は、映画や動画等の大容量の情報伝達や光コンピュータ等を実現するための光デバイスや、光電集積回路（OEIC）や、光集積回路（光IC）等における基本構成要素である。そして、光導波路は、大量の需要があることから鋭意研究さ

20 れる一方、特に高性能で、低コストの製品が求められている。

光導波路としては、従来、石英系光導波路やポリマー系光導波路が知られている。

25

このうち、石英系光導波路は、伝送損失が低いという利点を有するものの、高温でのガラス化工程（1, 200℃以上）やエッチング処理を必要とするなど、工程の数が多く、製造の効率化が困難である。

一方、ポリマー系光導波路は、加工のし易さや材料設計の幅広さ等の利

点を有することから、将来的に有望視され、ポリメチルメタクリレート等の汎用の材料に加えて、より優れた物性を有するものが種々開発されている。

例えば、近年、エポキシ樹脂を含む感光性組成物を用いて、位置合わせ
5 精度等に優れた光導波路を作製する技術が提案されている。

例えば、コアと、該コアを囲み該コアよりも低屈折率のクラッドとを少なくとも有する光導波路において、前記コアは、エポキシ環を有するモノマーあるいはオリゴマー（例えば、特定の化学式を有するエポキシ系UV
10 モノマー）と、重合開始剤の混合物を光硬化または熱硬化したものである光導波路が、提案されている（特開平8-271746号公報参照）。

この光導波路は、特に単一モード用光導波路であって、数 μm オーダー以下の位置合わせ精度で他の光部品と容易にかつ低損失で光結合が可能である。

また、内部を光信号が伝搬し得る光導波路を形成するための材料であって、オキセタン環を有する第1の化合物と、連鎖反応による重合を開始させ得る第2の化合物（具体的にはカチオン重合開始剤）と、オキシラン環を有する第3の化合物（例えば、ビスフェノールA型エポキシ樹脂等のグリシジル型エポキシ樹脂）とを含む、エネルギービームで硬化される光導
15 波路用材料が、提案されている（特開2000-356720号公報参照）。

この光導波路用材料によれば、連鎖反応を迅速に進行させることができ、架橋密度の高い、耐溶剤性に優れたポリマーを得ることができる。

なお、エポキシ樹脂は、光モジュールの封止材としても用いられている。

例えば、ベース基板に搭載した発光素子等の複数の光学部品間の光路を光透過性樹脂でプリコートして形成する工程と、ノボラック型エポキシ樹脂等の中から選ばれたエポキシ当量160～250 g/eqのエポキシ樹脂
25 樹脂と無機質充填材と光酸発生剤とを必須成分とする光硬化性樹脂で前記光

路の上を覆う工程等を含む光モジュールの製造方法が提案されている（特開平 9 - 2 4 3 8 7 0 号公報参照）。

発明の開示

- 5 上述のように、従来、特定のエポキシ樹脂等を用いたポリマー系光導波路が提案されている。

しかし、ポリマー系光導波路の高性能化に伴い、パターニング性等の物性に加えて、耐熱性、伝送特性、長期信頼性等についても格段に優れているポリマー系光導波路が求められている。

- 10 そこで、本発明は、パターニング性、耐熱性、伝送特性、長期信頼性の全てに優れたポリマー系光導波路、および該光導波路を形成し得る感光性樹脂組成物を提供することを目的とする。

本発明者は、上記課題を解決するために鋭意検討した結果、特定のエポキシ樹脂を用いれば、目的とする光導波路を作製することができることを

- 15 見出し、本発明を完成した。

すなわち、本発明の光導波路形成用感光性樹脂組成物は、(A)ノボラック型エポキシ樹脂、および(B)光酸発生剤を含有することを特徴とする。

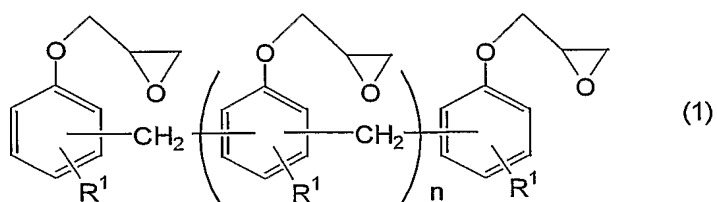
前記成分(A)のエポキシ当量は、好ましくは $50 \sim 1,000 \text{ g/eq}$ である。

- 20 前記樹脂組成物は、硬化時において、好ましくは 1.55 以上の屈折率(n_D^{25})を有する。

前記樹脂組成物は、硬化時において、好ましくは 100°C 以上のガラス転移温度(T_g)を有する。

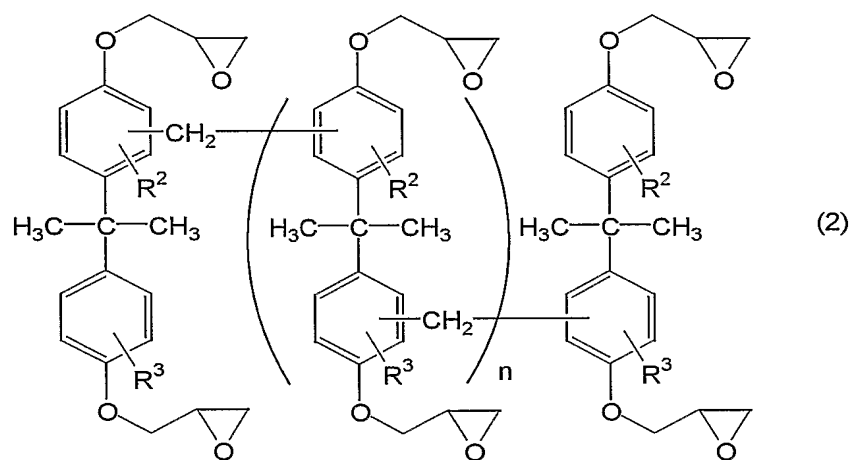
前記成分(A)の好ましい一例として、下記一般式(1)～(3)のい

- 25 ずれか：



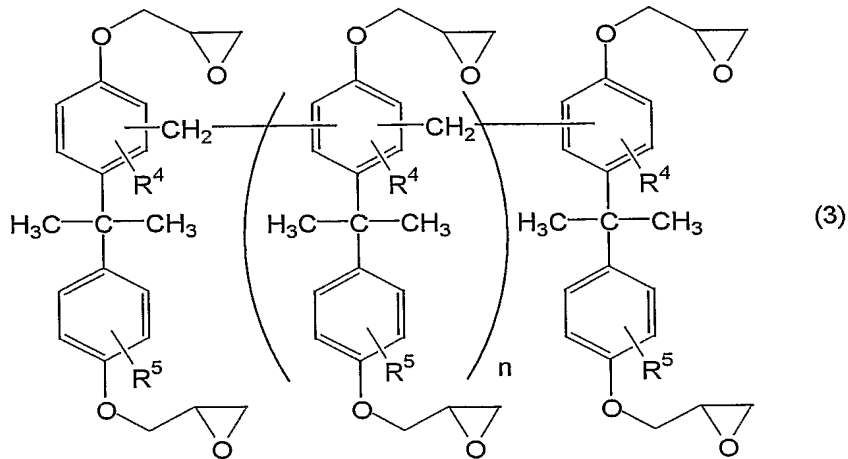
(式中、 R^1 は水素原子または炭素数 1 ～ 12 のアルキル基またはアラルキル基を表す。 n は、0 ～ 10 の整数を表す。)

5



(式中、 R^2 および R^3 は、各々独立して、水素原子または炭素数 1 ～ 12 のアルキル基またはアラルキル基を表す。 n は、0 ～ 10 の整数を表す。)

10



(式中、 R^4 および R^5 は、各々独立して、水素原子または炭素数1～12のアルキル基またはアラルキル基を表す。 n は、0～10の整数を表す。)

5

で表されるノボラック型エポキシ樹脂が挙げられる。

本発明の光導波路は、下部クラッド層と、コア部と、上部クラッド層とを含む光導波路であって、前記下部クラッド層、前記コア部および前記上部クラッド層の少なくとも一つが、上述の樹脂組成物の硬化物であることを特徴とする。

10

本発明の樹脂組成物は、硬化時のパターンニング性、塗工性、硬化性に優れ、かつ、光導波路を形成したときに、光導波路として用いるのに適する高い屈折率を有するとともに、耐熱性、伝送特性（低い導波路損失）、長期信頼性等に優れるため、光導波路形成用材料として好適に用いることができる。

15

また、本発明の樹脂組成物によれば、溶剤を用いずにスピンコート法で塗布した後、フォトマスクを介してパターンニングすることができ、また、露光後のポストベイクが不要であるため、光導波路の製造効率を向上させることができる。

20

図面の簡単な説明

第 1 図は、本発明の光導波路形成用樹脂組成物を用いて作製された光導波路の一例を示す断面図である。

5 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明を詳細に説明する。

本発明の光導波路形成用感光性樹脂組成物は、(A)ノボラック型エポキシ樹脂、および (B) 光酸発生剤を含有するものである。ここで、(A) 成分の構成単位の繰返し単位数は、好ましくは、2～12 である。

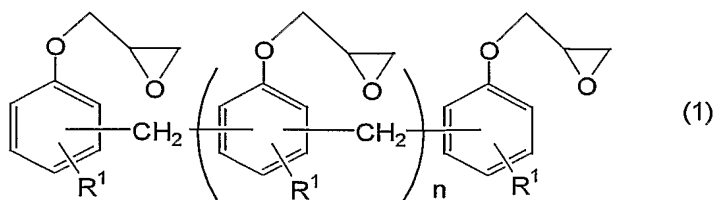
10 本発明の樹脂組成物の好適な一例は、以下に説明する成分 (A) および (B) を構成成分として含むものである。但し、任意成分として以下に説明する成分 (C) を含むことができる。

なお、本明細書中において、「樹脂組成物」の語は、硬化前の形態と、硬化後の形態の両方を包含する概念を有するものである。

15

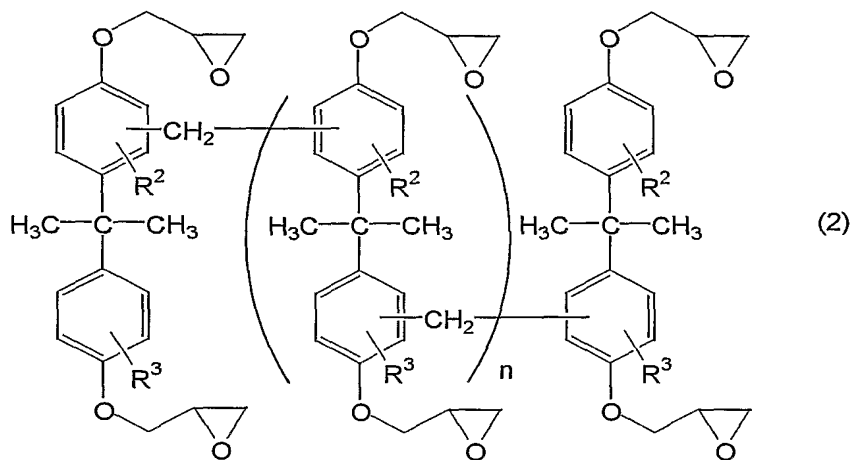
[成分 (A)]

本発明の樹脂組成物を構成する成分 (A) の好適な一例は、下記一般式 (1) ～ (3) のいずれかで表されるノボラック型エポキシ樹脂である。

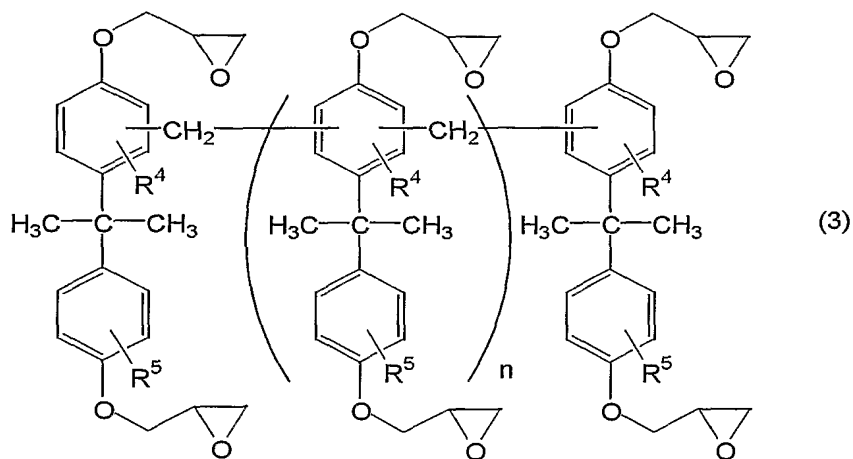


20

(式中、R¹ は水素原子または炭素数 1～12 のアルキル基またはアラルキル基を表す。n は、0～10 の整数を表す。)



- 5 (式中、 R^2 および R^3 は、各々独立して、水素原子または炭素数1～12のアルキル基またはアラルキル基を表す。 n は、0～10の整数を表す。)



10

- (式中、 R^4 および R^5 は、各々独立して、水素原子または炭素数1～12のアルキル基またはアラルキル基を表す。 n は、0～10の整数を表す。)

前記式(1)および(2)中の $R^1 \sim R^5$ は、各々、水素原子または炭素

数 1 ～ 12 のアルキル基またはアラルキル基、好ましくは水素原子または炭素数 1 ～ 8 のアルキル基、より好ましくは水素原子である。炭素数が 12 を超えると、硬化物のガラス転移温度が低下し、導波路の耐熱性などに問題を生ずるおそれがある。

- 5 ここで、炭素数 1 ～ 12 のアルキル基またはアラルキル基は、直鎖状、分岐状、環状のいずれであってもよく、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、イソブチル基、ペンチル基、ヘキシル基、シクロヘキシル基、ヘプチル基、オクチル基、 $-C(CH_3)_2-C_6H_5$ 、 $-C(CH_3)_2-CH_2-C(CH_3)_3$ 、 $-C_{10}H_{20}-CH_3$ 、 $-C_{11}H_{22}-CH_3$ 等が挙げられる。
- 10

- なお、一般式 (1) において、 R^1 が水素原子である場合のエポキシ樹脂は、フェノールノボラック型エポキシ樹脂と称される。また、 R^1 がメチル基である場合のエポキシ樹脂は、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂と称される。一般式 (2)、(3) で示されるエポキシ樹脂は、ビスフェ
- 15 ノール A ノボラック型エポキシ樹脂と称される。

 一般式 (1) ～ (3) 中の n は、0 ～ 10、好ましくは 0 ～ 8 である。 n が 10 を超えると、樹脂組成物の粘度が大きくなり、取り扱いや塗工性に不都合が生じ得る。

- 本発明では、一般式 (1) ～ (3) に示すように、化合物の化学構造上
- 20 の構成単位の繰返し単位数が少なくとも 2 つ（好ましくは 2 ～ 12）であるオリゴマーまたはポリマーを用いることが必要である。構成単位の繰返し単位数が 1 つである化合物（エポキシ系モノマー）を用いた場合には、硬化収縮が大きくなり、様々な環境下で導波路を使用した場合に、導波路と基板の間、あるいは導波路を構成する各層の間で界面剥離が起こり、信
- 25 頼性が低下するおそれがある。

 一般式 (1) で示されるノボラック型エポキシ樹脂の市販品の例として

は、エピコート152、エピコート154（以上、ジャパンエポキシレジン社製）、エピクロンN740、エピクロンN770（以上、大日本インキ化学工業社製）、エポトートYDPN638（東都化成社製）、DER431、DER438（以上、ダウケミカル社製）、アラルダイトEPN1138（チバガイギー社製）（以上、フェノールノボラック型エポキシ樹脂）や、エピコート180（ジャパンエポキシレジン社製）、エピクロンN660、エピクロンN670（以上、大日本インキ化学工業社製）、エポトートYDCN701、エポトートYDCN702（以上、東都化成社製）、アラルダイトECN1273、アラルダイトECN1280（チバガイギー社製）（以上、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂）等が挙げられる。

一般式（2）または（3）で示されるノボラック型エポキシ樹脂の市販品の例としては、エピコート157S65、エピコート157S70（以上、ジャパンエポキシレジン社製）、N865（大日本インキ化学工業社製）等が挙げられる。

成分（A）のエポキシ当量は、好ましくは50～1,000g/eq、より好ましくは100～500g/eq、特に好ましくは100～300g/eqである。該数値が50g/eq未満では、硬化収縮が大きくなり、導波路の特性上好ましくない。該数値が1,000g/eqを超えると、十分な耐熱性が得られず、信頼性に問題が生ずるおそれがある。

なお、エポキシ当量とは、1g当量のエポキシ基を含む樹脂の質量を意味する。エポキシ当量は、JIS K 7236に規定する「エポキシ樹脂のエポキシ当量試験方法」によって算出することができる。

本発明の樹脂組成物中の成分（A）の配合割合は、好ましくは10～99.9質量%、より好ましくは10～90質量%、特に好ましくは15～80質量%である。該値が10質量%未満では、耐熱性や長期信頼性などの導波路に必要な特性が両立できない場合がある。該値が99.9質量%

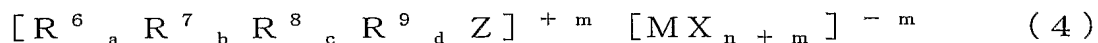
を超えると、成分（Ｂ）の光酸発生剤の配合割合が小さくなるので、その結果、組成物の硬化速度及び硬化度が小さくなり、十分な耐熱性が得られないことがある。

5 [成分（Ｂ）]

本発明の樹脂組成物を構成する成分（Ｂ）は、光酸発生剤である。

光酸発生剤は、光を受けることによりルイス酸を放出する光カチオン重合開始剤である。

光酸発生剤の例として、例えば、下記一般式（４）で表される構造を有するオニウム塩が挙げられる。このオニウム塩は、400nm未満に実質的な光吸収波長を有する。



（式中、カチオンはオニウムイオンであり、ZはS、Se、Te、P、As、Sb、Bi、O、I、Br、ClまたはN≡Nを示し、R⁶、R⁷、R⁸およびR⁹は、互いに同一または異なる有機基を示す。a、b、cおよびdは、それぞれ0～3の整数であって、（a+b+c+d）はZの価数に等しい。Mは、ハロゲン化物錯体[MX_{n+m}]の中心原子を構成する金属またはメタロイドを示し、例えばB、P、As、Sb、Fe、Sn、Bi、Al、Ca、In、Ti、Zn、Sc、V、Cr、Mn、Co等である。Xは例えばF、Cl、Br等のハロゲン原子であり、mはハロゲン化物錯体イオンの正味の電荷であり、nはMの原子価である。）

前記一般式（４）において、オニウムイオンの具体例としては、ジフェニルヨードニウム、4-メトキシジフェニルヨードニウム、ビス（4-メチルフェニル）ヨードニウム、ビス（4-tert-ブチルフェニル）ヨードニウム、ビス（ドデシルフェニル）ヨードニウム等のジアリールヨードニウムや、トリフェニルスルホニウム、ジフェニル-4-チオフェノキ

シフェニルスルホニウム等のトリアリールスルホニウムや、ビス[4-(ジフェニルスルホニオ)-フェニル]スルフィド、ビス[4-(ジ(4-(2-ヒドロキシエチル)フェニル)スルホニオ)-フェニル]スルフィド、 η^5 -2, 4-(シクロペンタジエニル)[1, 2, 3, 4, 5, 6- η]-5-(メチルエチル)-ベンゼン]-鉄(1+)等が挙げられる。

前記一般式(3)において、アニオン $[MX_n + m]$ の具体例としては、テトラフルオロボレート(BF_4^-)、ヘキサフルオロホスフェート(PF_6^-)、ヘキサフルオロアンチモネート(SbF_6^-)、ヘキサフルオロアルセネート(AsF_6^-)、ヘキサクロロアンチモネート($SbCl_6^-$)等が挙げられる。

また、一般式 $[MX_n(OH)^-]$ で表されるアニオンを有するオニウム塩を使用することができる。さらに、過塩素酸イオン(ClO_4^-)、トリフルオロメタンスルホン酸イオン($CF_3SO_3^-$)、フルオロスルホン酸イオン(FSO_3^-)、トルエンスルホン酸イオン、トリニトロベンゼンスルホン酸アニオン、トリニトロトルエンスルホン酸アニオン等の他のアニオンを有するオニウム塩を使用することもできる。

本発明で好ましく用いられる光酸発生剤は、ジアリールヨードニウム塩、トリアリールスルホニウム塩等の芳香族オニウム塩等である。例えば特開昭50-151996号公報、特開昭50-158680号公報等に記載の芳香族ハロニウム塩、特開昭50-151997号公報、特開昭52-30899号公報、特開昭56-55420号公報、特開昭55-125105号公報等に記載のVIA族芳香族オニウム塩、特開昭50-158698号公報等に記載のVA族芳香族オニウム塩、特開昭56-8428号公報、特開昭56-149402号公報、特開昭57-192429号公報等に記載のオキソスルホキソニウム塩、特開昭49-17040号公報等に記載の芳香族ジアゾニウム塩、米国特許第4, 139, 655号明

細書に記載のチオビリリウム塩等が好ましい。また、鉄／アレン錯体、アルミニウム錯体／光分解ケイ素化合物系開始剤等も挙げることができる。

光酸発生剤の市販品の例としては、アデカオプトマーSP-150、SP-151、SP-170、SP-172（以上、旭電化工業社製）、UV
5 I-6950、UVI-6970、UVI-6974、UVI-6990
（以上、ユニオンカーバイド社製）、Irgacure 261（チバ・スペシアルティール・ケミカルズ社製）、CI-2481、CI-2624、CI-2639、CI-2064（以上、日本曹達社製）、CD-1010、
CD-1011、CD-1012（以上、サートマー社製）、DTS-10
10 2、DTS-103、NAT-103、NDS-103、TPS-103、
MDS-103、MPI-103、BBI-103（以上、みどり化学社製）、PCI-061T、PCI-062T、PCI-020T、PCI-022T（以上、日本化薬社製）等が挙げられる。

これらのうち、アデカオプトマーSP-170、SP-172、UVI
15 -6970、UVI-6974、CD-1012、MPI-103は、樹脂組成物に高い光硬化感度を発現させることができることから特に好ましい。

光酸発生剤は、1種単独でまたは2種以上を組み合わせ用いることができる。

20 なお、光酸発生剤による酸の発生を促進させるために、増感剤を併用してもよい。増感剤の例としては、ジヒドロキシベンゼン、トリヒドロキシベンゼン、ヒドロキシアセトフェノン、ジヒドロキシジフェニルメタン等が挙げられる。

本発明の樹脂組成物中の成分（B）（光酸発生剤）の配合割合は、好ましくは0.1～10質量%、より好ましくは0.1～5質量%、特に好ましくは0.5～3質量%である。該値が0.1質量%未満では、樹脂組成物

25

の硬化速度及び硬化度が小さくなり、十分な耐熱性が得られないことがある。該値が10質量%を超えると、長期信頼性に問題が生じたり、損失面で悪化したりすることがある。

5 [成分 (C)]

成分 (C) は、成分 (A) 以外の重合性モノマーであり、例えば、エポキシ系モノマーや、(メタ)アクリロイル基を有するモノマー等が挙げられる。

成分 (C) を配合することによって、樹脂組成物の硬化前の粘度の調整や、樹脂組成物の硬化後の屈折率の調整や、硬化速度の増大等を図ることができる。ただし、成分 (A) の種類によっては、成分 (C) を配合しなくても所望の粘度、屈折率、硬化速度を確保することができる。

成分 (C) の例としては、ブチルグリシジルエーテル、エチレングリコールジグリシジルエーテル、プロピレングリコールジグリシジルエーテル、ネオペンチルグリコールジグリシジルエーテル、トリメチロールトリグリシジルエーテル、ビスフェノールAプロピレンオキシド付加物ジグリシジルエーテル、ビスフェノールAジグリシジルエーテルなどのエポキシ化合物や、3,4-エポキシシクロヘキセニルメチル-3',4'-エポキシシクロヘキセンカルボキシレート、 ϵ -カプロラクトン変性3,4-エポキシシクロヘキシルメチル-3',4'-エポキシシクロヘキサニカルボキシレート、エポキシ化3-シクロヘキセン-1,2-ジカルボン酸ビス(3-シクロヘキセニルメチル)修飾 ϵ -カプロラクトンなどのシクロヘキセンオキシド化合物や、フェニルオキセタン、キシレンジオキセタンなどのオキセタン化合物等が挙げられる。

本発明の樹脂組成物中の成分 (C) の配合割合は、好ましくは0~89.9質量%、より好ましくは5~85質量%、特に好ましくは17~82質

量％である。

本発明においては、上述の成分以外にも各種添加剤として、例えば、酸化防止剤、紫外線吸収剤、光安定剤、シランカップリング剤、塗面改良剤、

- 5 熱重合禁止剤、レベリング剤、界面活性剤、着色剤、保存安定剤、可塑剤、滑剤、溶媒、フィラー、老化防止剤、濡れ性改良剤、離型剤等を必要に応じて配合することができる。

本発明の樹脂組成物は、前記各成分を常法により混合して製造することができる。このようにして調製される本発明の樹脂組成物の粘度は、通常、

- 10 50～20,000 cP / 25℃、好ましくは100～10,000 cP / 25℃、より好ましくは200～5,000 cP / 25℃である。該粘度が50 cP / 25℃未満では、目標とする膜厚が得られ難い上に、パターンニング性が悪化することがある。該粘度が20,000 cP / 25℃を超えると、基板に樹脂組成物を塗布する際に、塗布ムラやうねりが生じたり、あるいはコア部の形成時に、パターンニング性が悪化して目的とする形状が得られ難くなる。

本発明の樹脂組成物の硬化物の屈折率 (n_D^{25}) は、好ましくは1.5以上である。なお、「屈折率 (n_D^{25})」とは、25℃でNaの輝線589 nmの光を通過させたときの屈折率を意味する。

- 20 本発明の樹脂組成物の硬化物のガラス転移温度は、好ましくは100℃、より好ましくは120℃以上である。なお、「ガラス転移温度」は、共振型動的粘弾性測定装置において振動周波数10 Hzでの損失正接が最大値を示す温度によって定められる。

- 25 次に、本発明の樹脂組成物からなる光導波路の一例を説明する。第1図は、本発明の光導波路形成用樹脂組成物を用いて作製された光導波路の一例を示す断面図である。第1図中、光導波路1は、シリコンウエハ等の基

材（基板）２の上に形成されており、下部クラッド層３と、下部クラッド層３の上面の領域の一部に帯状に延びるコア部５と、コア部５の側方および上方を覆うように形成されている上部クラッド層４とから構成されている。コア部５は光の伝送路であり、下部クラッド層３および上部クラッド層４よりも屈折率が高い材料によって形成されている。

〔実施例〕

以下、本発明を実験例に基いて説明する。

<感光性樹脂組成物の調製>

- 10 表１に示す配合量で各成分を仕込み、液温を $50\sim60^{\circ}\text{C}$ に制御しながら１時間攪拌し、液状組成物を得た。なお、表１中、各成分の配合量の単位は、質量部である。

<感光性樹脂組成物の評価>

１．硬化性

- 15 「Ｊ－１」～「Ｊ－７」の各感光性樹脂組成物を、スピンコーターを用いてシリコン基板上に塗布し、波長 365nm 、照度 $30\text{mW}/\text{cm}^2$ の紫外線をマスクアライナーにて照射し、紫外線硬化させた。３０秒間の照射でタックフリーとなったものを◎、１００秒間の照射でタックフリーとなったものを○とした。

20 ２．ガラス転移温度

- 「Ｊ－１」～「Ｊ－７」の各感光性樹脂組成物を、アプリケーターを用いてガラス基板上に $60\mu\text{m}$ 厚になるように塗布して、樹脂組成物層を形成させた後、コンベア式UV照射装置を用いて、 $3.0\text{J}/\text{cm}^2$ の紫外線を照射し、硬化膜を得た。次いで、共振型動的粘弾性測定装置を用いて、
25 振動周波数 10Hz の振動を与えながら、この硬化膜の損失正接の温度依存性を測定した。得られた損失正接の最大値を示す温度をガラス転移温度

(T_g) とした。

3. 屈折率

「J-1」～「J-7」の各感光性樹脂組成物を、アプリーターを用いてガラス基板上に60 μm厚になるように塗布して、樹脂組成物層を形成させた後、コンベア式UV照射装置を用いて、3.0 J/cm²の紫外線を照射し、硬化膜を得た。この硬化膜について、25℃でNaの輝線589 nmの光を通過させたときの屈折率を、アッペ屈折計を用いて測定した。

結果を表1に示す。

10 [表1]

樹脂組成物		J-1	J-2	J-3	J-4	J-5	J-6	J-7
成分(A)	エピコート 152	100	60	70	80	-	-	-
	エピコート 157S65	-	-	-	-	60	-	-
比較用成分	エピコート 828	-	-	-	-	-	60	-
	DCP-A	-	-	-	-	-	-	60
	VR77	-	-	-	-	-	-	30
	N-エポキシエポキシ	-	-	-	-	-	-	10
成分(B)	SP-172	1	-	1	1	1	1	-
	SP-170	-	1	-	-	-	-	-
比較用成分	Irgacure369	-	-	-	-	-	-	3
	アクリル樹脂	-	-	10	-	-	-	-
成分(C)	エポキシ 2021P	-	40	20	70	40	40	-
	合計(質量部)	101	101	101	101	101	101	103
硬化性		○	◎	◎	◎	◎	◎	◎
硬化体のガラス転移温度 (Tg)		170	>200	150	>200	>200	200	200
硬化体の屈折率 (n _D ²⁵)		1.57	1.55	1.57	1.54	1.55	1.55	1.54

エピコート 152：フェノールノボラック型エポキシ樹脂 (エポキシ当量 172 ~ 178、ジャパンエポキシレジン社製)
 エピコート 157S65：ビスフェノール A ノボラック型エポキシ樹脂 (エポキシ当量 200 ~ 220、ジャパンエポキシレジン社製)

エピコート 828：ビスフェノール A 型エポキシ樹脂 (エポキシ当量 184 ~ 194、ジャパンエポキシレジン社製)

DCP-A：ジメチロールトリシクロデカンジアクリレート「ライトアクリレート DCP-A」(共栄化学工業製)

VR77：ビニルエステル樹脂 (ビスフェノール系ビニルエステル)「リポキシ VR-77」(昭和分子製)

SP-172：「アデカオプトマー SP-172」(旭電化工業社製)

SP-170：「アデカオプトマー SP-170」(旭電化工業社製)

Irgacure 369：光ラジカル重合開始剤 (チバケミカルスベシヤリテイー社製)

エポキシ 2021P：3,4-エポキシシクロヘキセニルメチル-3',4'-エポキシシクロヘキセニルカルボキシレート、ダイセル化学工業社製)

<光導波路の作製>

調製した感光性樹脂組成物「J-1」~「J-7」を用いて、次のよう

に光導波路を作製した。

[実施例 1]

1. 下部クラッド層の形成

シリコン基板上に感光性樹脂組成物「ELC2500(Clear)」(ELECTRO-LITE Corporation 製 $n_D^{25} = 1.515$) をスピナーで塗布し、波長 365 nm、照度 30 mW/cm² の紫外線を 30 秒間照射し、紫外線硬化させることにより、厚さ 50 μm の下部クラッド層を形成した。

2. コア部の形成

次に、下部クラッド層の上に感光性樹脂組成物「J-1」をスピナーで塗布し、幅 50 μm のライン状パターンを有するフォトマスクを介して、波長 365 nm、照度 30 mW/cm² の紫外線を 30 秒間照射して、直線状のパターンを放射線硬化させた。

次いで、紫外線硬化させた塗膜を有する基板を、アセトンからなる現像液中に浸漬して、塗膜の未露光部を洗い流して、膜厚 50 μm、幅 50 μm の直線状のパターンを有するコア部を形成した。

3. 上部クラッド層の形成

コア部および下部クラッド層の上面に、感光性樹脂組成物「ELC2500(Clear)」をスピナーで塗布し、波長 365 nm、照度 30 mW/cm² の紫外線を 30 秒間照射し、紫外線硬化させることにより、コア部の上面を基準とした厚さが 50 μm である上部クラッド層を形成した。

[実施例 2～5、比較例 1～2]

下部クラッド層、コア部、上部クラッド層の各材料として表 2 に示した組成物を用いた以外は実施例 1 と同様にして、光導波路を形成した。

＜光導波路の評価＞

（１）形状の精度

前記の方法で形成したコア部（高さ $50\ \mu\text{m}$ × ライン幅 $50\ \mu\text{m}$ ）の形状に関して、コア部の高さおよび幅が、ともに $50 \pm 5\ \mu\text{m}$ の寸法精度で
5 形成された場合を「○」、 $50 \pm 5\ \mu\text{m}$ の範囲外で形成された場合を「×」とした。

（２）導波路損失

光導波路の一端から波長 $850\ \text{nm}$ の光を入射させて、他端から出射する光量を測定した後、カットバック法により、単位長さ当たりの導波路損失
10 失を求めた。

（３）耐熱性

導波路長 $20\ \text{mm}$ の直線導波路を作製し、初期挿入損失値を測定後、光導波路を $200\ ^\circ\text{C}$ のオーブン内で 30 分間加熱した。その後、光導波路を取り出し、室温下で一定時間静置させ、再度、挿入損失値を測定した。加熱後の挿入損失値の変化量が、初期値に対し $1.0\ \text{dB}$ を超えるものを「×」、 $1.0\ \text{dB}$ 以下のものを「○」とした。
15

（４）長期信頼性

上記と同様に、初期挿入損失値を測定後、 $-40\ ^\circ\text{C}$ （ 30 分）、 $85\ ^\circ\text{C}$ （ 30 分）の繰り返しを冷熱衝撃試験機にて 500 回実施した。その後、光導波路を取り出し、室温下にて再度、挿入損失値を測定した。冷熱衝撃試験機に入れる前の挿入損失の値に対し、試験後の挿入損失値の変化量が $1.0\ \text{dB}$ を超えるものを「×」、 $1.0\ \text{dB}$ 以下のものを「○」とした。
20

結果を表 2 に示す。

[表 2]

		実 施 例					比 較 例	
		1	2	3	4	5	1	2
光導波路 の材料	下部クラッド層	ELC2500	ELC2500	ELC2500	ELC2500	ELC2500	ELC2500	ELC2500
	コア部	J-1	J-2	J-3	J-4	J-5	J-6	J-7
光導波路 の特性	下部クラッド層	ELC2500	ELC2500	ELC2500	ELC2500	ELC2500	ELC2500	ELC2500
	コア形状の精度	○	○	○	○	○	○	○
	導波路損失[dB/cm]	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.35
	耐熱性	○	○	○	○	○	○	×
	長期信頼性	○	○	○	○	○	×	×

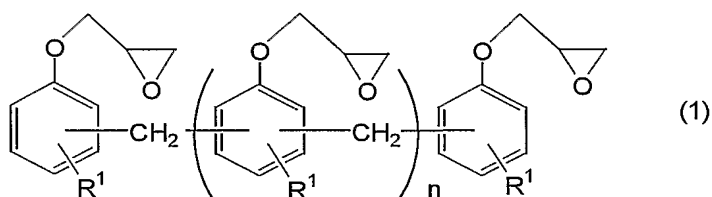
表 1 および表 2 より、本発明の樹脂組成物（実施例 1 ～ 5）は、光導波路の形成材料として用いたときに、光導波路として適する屈折率を有し、かつ、パターニング性（形状の精度）、伝送特性（低い導波路損失）、耐熱

性（高温試験下での良好な伝送特性の維持）、長期信頼性（ヒートサイクル試験下での良好な伝送特性の維持）に優れていることがわかる。

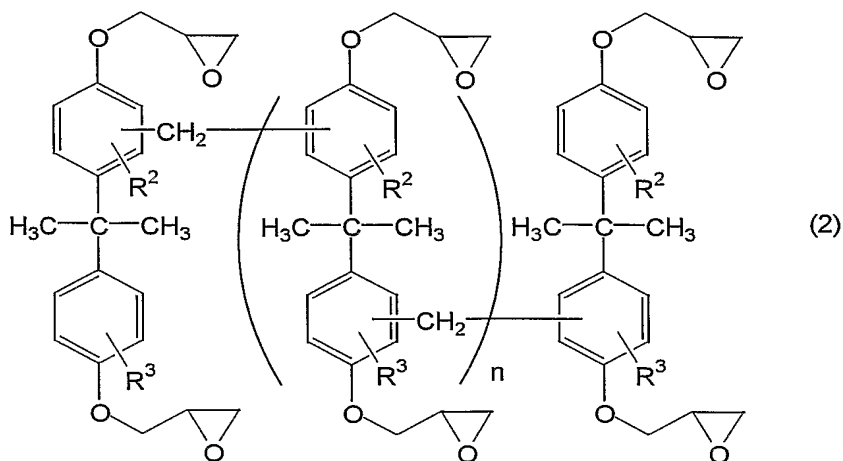
一方、比較例 1 では、成分（A）を含まないため、長期信頼性が劣る。比較例 2 では、伝送特性（導波路損失）、耐熱性および長期信頼性が劣る。

請 求 の 範 囲

1. (A) ノボラック型エポキシ樹脂、および (B) 光酸発生剤を含有することを特徴とする光導波路形成用感光性樹脂組成物。
- 5 2. 前記成分 (A) のエポキシ当量が $50 \sim 1,000 \text{ g/eq}$ である請求の範囲第 1 項に記載の光導波路形成用感光性樹脂組成物。
3. 前記樹脂組成物の硬化物の屈折率 (n_D^{25}) が 1.55 以上である請求の範囲第 1 項又は第 2 項に記載の光導波路形成用感光性樹脂組成物。
4. 前記樹脂組成物の硬化物のガラス転移温度が 100°C 以上である請求の範囲第 1 項～第 3 項のいずれか 1 項に記載の光導波路形成用感光性樹脂組成物。
- 10 5. 前記成分 (A) が、下記一般式 (1) ～ (3) のいずれか：

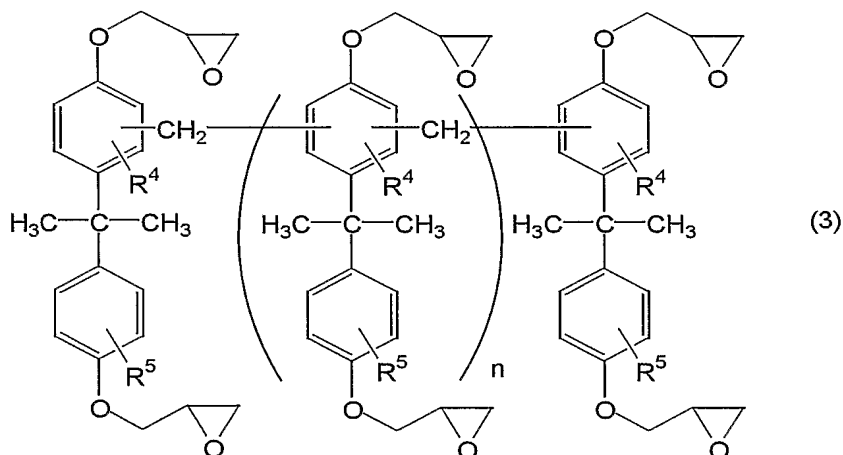


- 15 (式中、 R^1 は水素原子または炭素数 $1 \sim 12$ のアルキル基またはアラルキル基を表す。 n は、 $0 \sim 10$ の整数を表す。)



(式中、 R^2 および R^3 は、各々独立して、水素原子または炭素数1～12のアルキル基またはアラルキル基を表す。 n は、0～10の整数を表す。)

5



(式中、 R^4 および R^5 は、各々独立して、水素原子または炭素数1～12のアルキル基またはアラルキル基を表す。 n は、0～10の整数を表す。)

10

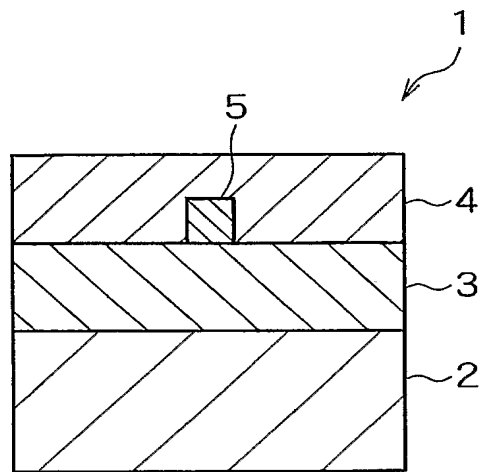
で表されるノボラック型エポキシ樹脂である請求の範囲第1項～第4項のいずれか1項に記載の光導波路形成用感光性樹脂組成物。

6. 下部クラッド層と、コア部と、上部クラッド層とを含む光導波路に

において、前記下部クラッド層、前記コア部および前記上部クラッド層の少なくとも一つが、請求の範囲第1項～第5項のいずれか1項に記載の樹脂組成物の硬化物であることを特徴とする光導波路。

1 / 1

第 1 図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/003418

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl.⁷ G02B6/12, C08G59/68

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl.⁷ G02B6/12, C08G59/68

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2003-177260 A (Showa Denko Kabushiki Kaisha), 27 June, 2003 (27.06.03), Par. Nos. [0034], [0041], [0042], [0067] (Family: none)	1-6
X	JP 2003-147045 A (Nippon Kayaku Co., Ltd.), 21 May, 2003 (21.05.03), Par. Nos. [0008], [0022] (Family: none)	1-6
X	JP 2003-202438 A (JSR Corp.), 18 July, 2003 (18.07.03), Par. Nos. [0016], [0019], [0035] (Family: none)	1-4, 6



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
16 March, 2005 (16.03.05)

Date of mailing of the international search report
26 April, 2005 (26.04.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/003418

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-195078 A (Toppan Printing Co., Ltd.), 09 July, 2003 (09.07.03), Par. No. [0034] (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int. Cl ⁷ G02B6/12, C08G59/68			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） Int. Cl ⁷ G02B6/12, C08G59/68			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2005年 日本国登録実用新案公報 1994-2005年 日本国実用新案登録公報 1996-2005年			
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号	
X	JP 2003-177260 A（昭和電工株式会社） 2003.06.27 段落34, 41, 42, 67 （ファミリーなし）	1-6	
X	JP 2003-147045 A（日本化薬株式会社） 2003.05.21 段落8, 22 （ファミリーなし）	1-6	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日 16.03.2005		国際調査報告の発送日 26.4.2005	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/JP） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官（権限のある職員） 高 芳徳 電話番号 03-3581-1101 内線 3253	

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2003-202438 A (ジェイエスアール株式会社) 2003. 07. 18 段落16, 19, 35 (ファミリーなし)	1-4, 6
A	JP 2003-195078 A (凸版印刷株式会社) 2003. 07. 09 段落34 (ファミリーなし)	1-6